

**Simpl compact gas d t ctor for s l ctiv det ction - compris support, gallium oxide semiconducting layer, contact el ctrod , t mp. gauge, heating and cooling elements**

Patent Number: DE4139721

Publication date: 1993-06-24

Inventor(s):

Applicant(s)::

Requested Patent: ☐ DE4139721

Application Number: DE19914139721 19911202

Priority Number(s): DE19914139721 19911202

IPC Classification: G01N27/14 ; G01N27/416

EC Classification: G01N27/12, G01N33/00D2E

Equivalents:

---

**Abstract**

---

The detector comprises a sensor support, a sensor layer of semiconducting Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> whose electrical conductivity is influenced by chemisorption of gases, a contact electrode arrangement, a temp. gauge, heating and cooling elements to alter the temp. of the sensor layer. The sensor layer is electrically insulated on one surface of the sensor support, and the contact electrode arrangement measures the electrical conductivity of the sensor layer.

The sensor support (31) pref. comprises a electrically non-conducting ceramic pref. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, BeO or MgO esp. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> with a diffusion barrier layer of BeO, SiO<sub>2</sub> or TiN.

ADVANTAGE - The appts. is simple, compact and inexpensive.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



D4



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Pat ntschrift  
10 DE 41 39 721 C 1

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
G 01 N 27/14  
G 01 N 27/416

21 Aktenzeichen: P 41 39 721.5-52  
22 Anmeldetag: 2. 12. 91  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 24. 6. 93

DE 41 39 721 C 1

Inn rhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Siemens AG, 8000 München, DE

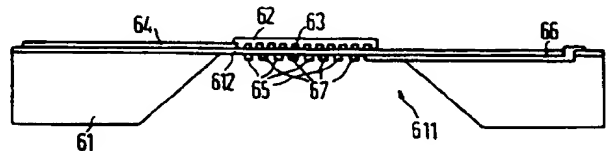
72 Erfinder:  
Fleischer, Maximilian, Dipl.-Phys., 8000 München,  
DE; Meixner, Hans, Dr., 8013 Haar, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	37 13 864 A1
DE	31 39 617 A1
EP	04 64 244 A1
EP	04 64 243 A1
EP	05 27 259

54 Anordnung zum Nachweis von Gasen und Verfahren zum selektiven Nachweis mindestens eines in einem Gasgemisch enthaltenen Gases

57 Zum selektiven Nachweis mindestens eines in einem Gasgemisch enthaltenen Gases wird ein Gassensor mit einer Sensorschicht (62) aus einem halbleitenden Metalloxid, dessen elektrische Leitfähigkeit durch Chemisorption von Gasen mit einer gasspezifischen Reaktionszeit beeinflussbar ist, verwendet. Die Betriebstemperatur des Gassensors wird variiert. Es wird der Zeitverlauf eines von der elektrischen Leitfähigkeit der Sensorschicht (62) abhängigen Signals ausgewertet. Die Sensorschicht (62) besteht insbesondere aus halbleitendem  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ . Der Gassensor ist insbesondere zum Nachweis von  $\text{H}_2$ , Co, Kohlenwasserstoffen und Alkoholen geeignet.



DE 41 39 721 C 1

Anordnung zum Nachweis von Gasen und Verfahren zum selektiven Nachweis mindestens eines in einem Gasgemisch enthaltenen Gases.

Zum Nachweis von Gasen werden Gassensoren auf der Basis halbleitender Metalloxide verwendet. Gassensoren insbesondere auf der Basis halbleitender  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ -Dünnschichten sind in den europäischen Patentanmeldungen 9 01 12 780.3 und 9 11 13 663.8 (EP 04 64 243 und EP 05 27 259) beschrieben.

Diese Gassensoren beruhen auf einer Chemisorption reduzierender oder oxidierender Gase an der Oberfläche des halbleitenden Metalloxids, speziell  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ , mit anschließendem Ladungstransfer von dem absorbierten Gas in das Metalloxid.

Als Sensorsignal wird die elektrische Leitfähigkeit der Metalloxiddünnschicht geändert, die bei konstanter Temperatur eine eindeutige Funktion der Konzentration der zu detektierenden Gase ist. Dazu wird der Gassensor im thermodynamischen Gleichgewichtszustand betrieben. Betriebstemperaturen liegen bei Verwendung von  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  vorzugsweise zwischen 300 und 600°C. Die elektrische Leitfähigkeit der halbleitenden Metalloxid-Dünnschichten wird über Kontaktelektrodenstrukturen gemessen, die die Form von Interdigitalstrukturen aufweisen.

Aus DE 31 39 617 A1 ist ein Gassensor bekannt, der als gasempfindliche Schicht ein halbleitendes Metalloxid umfaßt, dessen spezifischer Widerstand sich bei Einwirkung eines Gases ändert. Die halbleitende Metalloxidschicht besteht insbesondere aus Zinkoxid und kann mit Aluminiumoxid dotiert sein. Der Sensor umfaßt eine Widerstandsheizbahn, mit der im Betrieb eine konstante Temperatur eingestellt wird. Ferner umfaßt der Sensor wahlweise einen Temperatursensor, mit dem die Betriebstemperatur genau überwacht werden kann.

Aus DE 37 13 864 A1 ist ein Verfahren zur Messung der relativen Luftfeuchtigkeit bekannt. Dazu wird ein Kondensationskörper verwendet, der in seiner Oberfläche einen Temperaturfühler und einen Beschlagsensor enthält. Der Kondensationskörper wird durch Peltierelemente so abgekühlt, daß dieser beginnend mit der Raumtemperatur zu tieferen Temperaturen gelangt und schließlich den Taupunkt erreicht, der durch den Beschlagsensor angezeigt wird. Aus der Taupunkttemperatur und der Umgebungstemperatur, die mittels eines Umgebungstemperaturfühlers festgestellt wird, wird der Wert der relativen Luftfeuchtigkeit ermittelt. Durch Variation der Temperatur des Kondensationskörpers um den Taupunkt herum wird ein quasikontinuierliches Meßverfahren ermöglicht.

Diese Gassensoren sprechen prinzipiell auf ein breites Spektrum von Gasen an. Für viele Anwendungsfälle ist es jedoch wünschenswert, ein einzelnes Gas aus einem Gasgemisch selektiv nachzuweisen.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine Anordnung zum Nachweis von Gasen unter anderem mit einer Sensorschicht aus einem halbleitenden Metalloxid anzugeben, mit der der selektive Nachweis eines einzelnen Gases in einem Gasgemisch möglich ist.

Der Erfindung liegt ferner das Problem zugrunde, ein Verfahren zum selektiven Nachweis mindestens eines in einem Gasgemisch enthaltenen Gases unter Verwendung eines Gassensors mit einer Sensorschicht aus einem halbleitenden Metalloxid anzugeben.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Anordnung nach Anspruch 1 sowie durch ein Ver-

fahren nach Anspruch 15. Ausgestaltungen der Erfindungen gehen aus den übrigen Ansprüchen hervor.

Im Betrieb eines Gassensors mit einer Schicht aus halbleitendem  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ , dessen elektrische Leitfähigkeit durch Chemisorption reduzierender oder oxidierender Gase beeinflussbar ist, ist die Geschwindigkeit der Einstellung des thermodynamischen Gleichgewichts stark von der Gasart abhängig. Dieses ist eine Folge der je nach Gas unterschiedlichen Aktivierungsenergie, die nach dem auf Lennard-Jones zurückgehenden Modell der Chemisorption die Kinetik der Gleichgewichtseinstellung bestimmt.

In Fig. 1 ist als Beispiel eine Messung der elektrischen Leitfähigkeit  $G$  als Funktion der Zeit  $t$  dargestellt. Die Messung erfolgte mit einer Anordnung zum Nachweis von Gasen mit einer Sensorschicht aus halbleitendem  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ . Gemessen wurde die Leitfähigkeit eines  $\text{H}_2$  enthaltenden Gasgemisches. Die Konzentration von  $\text{H}_2$  wurde während der Messung geändert. Die Konzentration von  $\text{H}_2$  ist jeweils in Fig. 1 vermerkt. Aus Fig. 1 ist ersichtlich, daß das Meßsignal dem Konzentrationswechsel mit einer sehr steilen Flanke folgt.

In Fig. 2 ist als Beispiel eine Messung der elektrischen Leitfähigkeit  $G$  als Funktion der Zeit  $t$  dargestellt. Die Messung erfolgte wiederum mit einem Gassensor mit einer Sensorschicht aus halbleitendem  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ . In dem gemessenen Gasgemisch ist  $\text{CO}$  unterschiedlicher Konzentration enthalten. Die jeweiligen Konzentrationswerte des  $\text{CO}$  sind in Fig. 2 vermerkt. Aus Fig. 2 ist ersichtlich, daß das Meßsignal bei einem Konzentrationswechsel des  $\text{CO}$  im Gasgemisch sich mit einer größeren Zeitkonstante ändert als dieses im Fall von  $\text{H}_2$  (s. Fig. 1) der Fall war.

Dieser Unterschied in der Ansprechgeschwindigkeit ist auf einen Unterschied in den Reaktionsgeschwindigkeiten von  $\text{H}_2$  und  $\text{CO}$  bei der Chemisorption zurückzuführen. Unterschiede dieser Art sind auch bei Sensorschichten aus anderen halbleitenden Metalloxiden beobachtbar. Bei Verwendung von  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  und beim Nachweis der Gase  $\text{H}_2$  und  $\text{CO}$  sind diese Unterschiede jedoch besonders ausgeprägt. Weitere Gasarten z. B. Kohlenwasserstoffe oder Alkohole zeigen wiederum andere Ansprechgeschwindigkeiten.

Die Erfindung macht sich diesen Unterschied in den Ansprechgeschwindigkeiten beim Nachweis unterschiedlicher Gase zunutze. Bei einem Wechsel der Betriebstemperatur einer Sensorschicht aus halbleitendem  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  ändert sich die Menge und der Ionisationsgrad des chemisorbierten Gases, was wiederum Leitfähigkeitsänderungen bewirkt. Die Kinetik dieser temperaturinduzierten Änderungen ist gasabhängig, so daß eine Separation von Beiträgen verschiedener Gase in dem Sensorsignal möglich ist.

In dem erfindungsgemäßen Verfahren zum selektiven Nachweis mindestens eines in einem Gasgemisch enthaltenen Gases wird die Betriebstemperatur des Gassensors daher variiert. Der Zeitverlauf des Signals wird ausgewertet. Die Betriebstemperatur des Gassensors wird dabei mit einer Zeitkonstante variiert, die kleiner ist als die Zeitkonstante für Änderungen in der Konzentration des Gasgemisches. Auf diese Weise wird ein momentaner Wert der Gaskonzentration gemessen.

Es ist besonders vorteilhaft, in dem Verfahren einen Gassensor mit einer Sensorschicht aus halbleitendem  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  zu verwenden, da in diesem Material der ausgenutzte Effekt besonders groß ist. Unter Verwendung von einem Gassensor mit einer Sensorschicht aus  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  ist das Verfahren zum selektiven Nachweis von

Wasserstoff in einem  $H_2$  und CO enthaltenden Gemisch gut geeignet.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, die Betriebstemperatur des Gassensors sprunghaft zu erhöhen. Der Zeitverlauf des Signals wird registriert und z. B. nach Art einer Fourier-Transformation, insbesondere einer schnellen Fourier-Transformation (FFT), ausgewertet. Die Erhöhung der Betriebstemperatur des Gassensors muß in diesem Fall schnell sein gegen die Reaktionszeiten der nachgewiesenen Gase. Die Auswertung des Zeitverlaufs des Signals erfolgt z. B. durch eine elektronische Bearbeitung des registrierten Zeitverlaufs. Dies erfolgt insbesondere mit einer Auswerteelektronik in Form eines 1-Chip-Mikrocomputers, auf dem z. B. eine schnelle Fourier-Transformation (FFT) realisiert ist.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird die Betriebstemperatur des Gassensors periodisch geändert, so daß das Signal eine periodische Schwingung aufweist. Die Periodendauer der periodischen Änderung der Betriebstemperatur ist dabei vorzugsweise größer als die Reaktionszeit des Gases mit der größten Reaktionsgeschwindigkeit und kleiner als die Reaktionszeit des Gases mit der nächst kleineren Reaktionsgeschwindigkeit. Die periodische Schwingung des Signals ist in diesem Fall nur durch die Reaktion des Gases mit der größten Reaktionsgeschwindigkeit bedingt. Der Effekt durch Gase mit geringerer Reaktionsgeschwindigkeit wird bedingt durch die entsprechend gewählte Periodendauer unterdrückt.

Bei der selektiven Messung von  $H_2$  in einem Gasgemisch, das  $H_2$  und CO enthält, wird z. B. bei einer Periodendauer von 1 Minute, einer Grundbetriebstemperatur von  $600^\circ C$  und einem Temperaturhub der periodischen Änderung der Betriebstemperatur von  $+/-5^\circ C$  ein Signal mit einem periodischen Verlauf gemessen, die allein auf die Reaktion des  $H_2$  zurückgeht. Die Reaktion des CO ist unterdrückt. Durch Auswertung der Amplitude des periodischen Verlaufs des Signals wird die Konzentration des Gases mit der größten Reaktionsgeschwindigkeit gemessen. Unter Amplitude ist dabei die maximale Auslenkung des Signals zu verstehen.

Es liegt weiterhin im Rahmen der Erfindung, bei der Messung zwei Gassensoren zu verwenden, die beide eine Sensorschicht aus halbleitendem  $Ga_2O_3$  aufweisen. Der eine Gassensor wird mit einer periodischen Änderung der Betriebstemperatur wie oben erläutert betrieben. Der andere Gassensor wird im thermodynamischen Gleichgewicht betrieben. Auf diese Weise wird neben der Konzentration des Gases mit der größten Reaktionsgeschwindigkeit, z. B.  $H_2$ , auch die Konzentration des gesamten Gasgemisches, z. B.  $H_2$  und CO gemessen. Durch Differenzbildung der Konzentrationen kann ermittelt werden, wie hoch die Konzentration des Gasgemisches ohne das Gas mit der höchsten Reaktionsgeschwindigkeit ist. Wird ein Gasgemisch gemessen, das nur zwei Komponenten enthält, können auf diese Weise die Konzentrationen beider Komponenten gemessen werden. Dieses ist z. B. bei der Messung des Gasgemisches  $H_2$  und CO besonders interessant, da CO wegen der langsameren Reaktion gegenüber  $H_2$  in dem Verfahren mit periodischer Änderung der Betriebstemperatur nicht meßbar ist.

Das Verfahren mit periodischer Änderung der Betriebstemperatur hat jedoch den Vorteil, daß keine absolute Größe des Signals des Gassensors gemessen werden muß. Da als Meßgröße für die Konzentration nur die Amplitude der periodischen Schwingung des Signals

eingeht, ist es ausreichend, prozentuale Änderungen des Sensorsignals zu messen. Das hat den Vorteil, daß keine exakte Regelung der Betriebstemperatur des Sensors nötig ist, wie dies beim Betrieb im thermodynamischen Gleichgewicht der Fall ist. Außerdem können fertigungs- und alterungsbedingte Abweichungen des Absolutwertes der Leitfähigkeit des Gassensors toleriert werden.

Die erfindungsgemäße Anordnung zum Nachweis von Gasen umfaßt neben einem Sensorträger, einer Sensorschicht aus halbleitendem  $Ga_2O_3$ , dessen elektrische Leitfähigkeit durch Chemisorption reduzierender oder oxidierender Gase einflußbar ist, einer Kontaktelektrodenanordnung und einem Temperaturfühler eine Heizstruktur und eine Kühlstruktur. Mit Hilfe der Heizstruktur und der Kühlstruktur werden die Temperaturänderungen, die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens erforderlich sind, realisiert.

Der Sensorträger besteht z. B. aus elektrisch nichtleitender Keramik, wie  $Al_2O_3$ ,  $BeO$  oder  $MgO$  oder aus einem mit einer isolierenden Schicht versehenen Siliziumsubstrat. Die Verwendung eines Siliziumsubstrats als Sensorträger ist vorteilhaft, da der Gassensor dann in Siliziumtechnologie billig herstellbar ist.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, als Sensorträger ein Siliziumsubstrat zu verwenden, das eine Aussparung aufweist, über die eine elektrisch nichtleitende Membran gespannt ist. Die Sensorschicht ist in diesem Fall auf der nichtleitenden Membran angeordnet. Diese Anordnung weist eine geringe Wärmekapazität auf, so daß sie zum Betrieb mit schnellen Temperaturänderungen bei geringen benötigten Heizleistungen besonders geeignet ist.

Die Heizstruktur kann an der ersten Oberfläche des Sensorträgers seitlich der Sensorschicht angeordnet sein. Diese Anordnung hat den Vorteil, einfach herstellbar zu sein. Die Heizstruktur kann andererseits an einer der ersten Oberfläche des Sensorträgers gegenüberliegenden Oberfläche unterhalb der Sensorschicht angeordnet sein. In diesem Fall erfolgt eine direkte Beheizung der Sensorschicht. Die Anordnung ist zwar aufwendiger herzustellen, weist aber eine höhere Empfindlichkeit auf. Als Heizstruktur ist insbesondere eine elektrische Widerstandsheizung in Form eines Dickschicht- oder Dünnschichtwiderstandes geeignet.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, als Kühlstruktur ein Peltierelement zu verwenden, das auf dem Sensorträger in der Nähe der Sensorschicht angeordnet ist. Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung umfaßt die Kühlstruktur mindestens ein Kühlblech, das in der Nähe der Sensorschicht mit dem Sensorträger thermisch verbunden ist. Im Betrieb wird die Anordnung so positioniert, daß das Kühlblech in ein verglichen mit dem zu messenden Gasgemisch kühleres Wärmereservoir, z. B. Außenluft bei Einsatz des Sensors im Verbrennungstrakt, gerichtet wird.

Zur empfindlichen Messung der elektrischen Leitfähigkeit der Sensorschicht ist es besonders vorteilhaft, die Kontaktelektrodenanordnung als Interdigitalstruktur auszubilden, die in die Sensorschicht eingebettet ist. In diesem Fall ist der Sensorwiderstand gut meßbar.

Die erfindungsgemäße Anordnung ist einfach, kompakt und kostengünstig aufgebaut. Mit der erfindungsgemäßen Anordnung ist ein selektiver Gasnachweis möglich, ohne daß dafür komplizierte und störanfällige Aufbauten eines Sensorarrays nötig wären.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Figuren und der Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Fig. 1 und Fig. 2 zeigt Messungen der elektrischen Leitfähigkeit  $G$  in Abhängigkeit der Zeit  $t$  in Gasgemischen bei einer Variation des darin enthaltenen  $H_2$  (Fig. 1) bzw.  $CO$  (Fig. 2).

Fig. 3 zeigt eine erfindungsgemäße Anordnung mit einem massiven Sensorträger.

Fig. 4 zeigt einen Schnitt durch die in Fig. 3 gezeigte Anordnung.

Fig. 5 zeigt eine Anordnung mit einer Sensorschicht auf einer Membran, bei der die Heiz- und Kühlstruktur auf der ersten Oberfläche angeordnet ist.

Fig. 6 zeigt eine Anordnung mit einer Membran, bei der die Heizstruktur und die Kühlstruktur auf einer der ersten Oberflächen gegenüberliegenden Oberfläche angeordnet sind.

Auf einem Substrat 31 ist eingebettet in eine Sensorschicht 32 eine Interdigitalstruktur 33 angeordnet (s. Fig. 3 und Fig. 4). Das Substrat 31 besteht z. B. aus elektrisch nicht leitender Keramik wie z. B.  $Al_2O_3$ ,  $BeO$  oder  $MgO$  oder aus einem mit einer elektrisch isolierenden Schicht versehenen Siliziumsubstrat. Die Sensorschicht 32 besteht aus halbleitendem  $Ga_2O_3$ . Die Kontaktelektrodenanordnung 33 umfaßt parallel angeordnete Stege aus leitfähigem Material, die jeweils abwechselnd mit parallelen, senkrecht zu den Stegen verlaufenden Zuleitungen 34 verbunden sind. Auf diese Weise bilden die Kontaktelektrodenanordnung 33 und die Zuleitungen 34 Interdigitalstrukturen, die kammförmig ineinander geschoben sind. An einer der Sensorschicht 32 gegenüberliegenden Oberfläche des Substrats 31 ist im Bereich der Sensorschicht eine Heizstruktur 35 angeordnet. Die Heizstruktur 35 besteht z. B. aus einer elektrischen Widerstandsheizung, die in Dünnschichttechnologie ausgeführt ist. Die Heizstruktur 35 wird über eine Zuleitung 36 elektrisch beheizt. Mit dem Sensorträger 31 verbunden ist eine Kühlstruktur 37. Die Kühlstruktur 37 ist an dem Sensorträger 31 in der Nähe der Sensorschicht 32 angeordnet. Die Kühlstruktur 37 besteht aus einem Kühlblech, das bei Betrieb des Sensors in ein kühleres Wärmereservoir gerichtet wird. Auf der ersten Oberfläche des Sensorträgers 31, auf der die Sensorschicht 32 angeordnet ist, ist außerhalb der Kontaktelektrodenanordnung 33 ein Thermoelement 38 mit Zuleitungen 39 angeordnet. Über das Thermoelement 38 wird die Betriebstemperatur der Anordnung überwacht.

Ein Siliziumsubstrat 51 mit einer Aussparung 511 ist so mit einer Membran 512 versehen, daß die Membran 512 oberhalb der Aussparung 511 eine freitragende Schicht bildet (s. Fig. 5). Die Membran 512 besteht z. B. aus  $Si_3N_4$ . Auf der Membran 512 ist oberhalb der Aussparung 511 eine Sensorschicht 52 angeordnet, in die eine Kontaktelektrodenanordnung 53 eingebettet ist. Die Kontaktelektrodenanordnung 53 weist z. B. eine Interdigitalstruktur auf und besteht z. B. aus Platin-Dünnschicht oder Gold-Dünnschicht. Die Sensorschicht 52 besteht z. B. aus  $Ga_2O_3$ .

Sowohl der Sensorschicht 52 ist auf der Membran 512 eine Heizstruktur 55 und eine Kühlstruktur 57 angeordnet. Die Heizstruktur 55 umfaßt z. B. eine elektrische Widerstandsheizung. Die Kühlstrukturen 57 bestehen z. B. aus Peltier-Elementen. Die Heizstrukturen 55 und die Kühlstrukturen 57 sind oberhalb der Aussparung 511 auf der Membran 512 angeordnet. Die Kontaktelektrodenanordnung 53 ist über Zuleitungen 54 kontaktierbar.

Ein Siliziumsubstrat 61 ist mit einer Aussparung 611 versehen, über die eine elektrisch nicht leitende Membran 612 gespannt ist. Die elektrisch nicht leitende

Membran 612 besteht z. B. aus  $Si_3N_4$ . Oberhalb der Aussparung 611 bildet die Membran 612 eine freitragende Schicht. Auf der Membran 612 ist oberhalb der Aussparung 611 eine Sensorschicht 62 angeordnet, in die eine Kontaktelektrodenanordnung 63 eingebettet ist. Die Sensorschicht 62 besteht aus  $Ga_2O_3$ . Die Kontaktelektrodenanordnung 63 weist z. B. eine Interdigitalstruktur auf und ist über Zuleitungen 64 kontaktierbar. Die Kontaktelektrodenanordnung 63 besteht z. B. aus Platin-Dünnschicht oder Gold-Dünnschicht. Auf einer der Sensorschicht 62 abgewandten Oberfläche der Membran 612 sind Heizstrukturen 65 und Kühlstrukturen 66 angeordnet. Die Heizstrukturen 65 umfassen z. B. eine Widerstandsheizung, die über eine Zuleitung 66 gespeist wird. Die Kühlstrukturen 67 bestehen z. B. aus Peltier-Elementen, die jeweils zwischen benachbarten Teilen der Heizstrukturen 65 angeordnet sind (s. Fig. 6). Diese Anordnung der Heizstrukturen 65 und der Kühlstrukturen 67 stellt sowohl eine gleichmäßige Aufheizung als auch eine gleichmäßige Abkühlung der Sensorschicht 62 im Betrieb der Anordnung sicher.

#### Patentansprüche

##### 1. Anordnung zum Nachweis von Gasen

- mit einem Sensorträger,
- mit einer Sensorschicht aus halbleitendem  $Ga_2O_3$ , dessen elektrische Leitfähigkeit durch Chemisorption von Gasen beeinflussbar ist,
- mit einer Kontaktelektrodenanordnung,
- mit einem Temperaturfühler,
- mit einer Heizstruktur und einer Kühlstruktur zur Änderung der Temperatur der Sensorschicht, bei der die Sensorschicht elektrisch isoliert an einer ersten Oberfläche des Sensorträgers angeordnet ist,
- bei der die Kontaktelektrodenanordnung zur Messung der elektrischen Leitfähigkeit an der Sensorschicht angeordnet ist.

##### 2. Anordnung nach Anspruch 1, bei der der Sensorträger (31) aus elektrisch nicht leitender Keramik besteht.

##### 3. Anordnung nach Anspruch 2, bei der der Sensorträger (31) aus $Al_2O_3$ , $BeO$ oder $MgO$ besteht.

##### 4. Anordnung nach Anspruch 2, bei der der Sensorträger (31) aus $Al_2O_3$ besteht und mit einer Diffusionsspererschicht aus $BeO$ , $SiO_2$ oder $TiN$ bedeckt ist.

##### 5. Anordnung nach Anspruch 1, bei der der Sensorträger (31) ein mit einer isolierenden Schicht versehenes Siliziumsubstrat ist und bei dem die Sensorschicht (32) auf der isolierenden Schicht angeordnet ist.

##### 6. Anordnung nach Anspruch 1, bei der der Sensorträger ein Siliziumsubstrat (51, 61) umfaßt, das eine Aussparung (511, 611) aufweist, über die eine elektrisch nicht leitende Membran (512, 612) gespannt ist und bei dem die Sensorschicht (52, 62) auf der nichtleitenden Membran (512, 612) oberhalb der Aussparung (511, 611) angeordnet ist.

##### 7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der die Kontaktelektrodenanordnung (33, 53, 63) eine Interdigitalstruktur aufweist.

##### 8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei der die Kontaktelektrodenstruktur (33, 53, 63) in die Sensorschicht (32, 52, 62) eingebettet ist.

##### 9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der die Heizstruktur (55) an der ersten Oberfläche

des Sensorträgers seitlich der Kontaktelektrodenanordnung (53) angeordnet ist.

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der die Heizstruktur (35, 65) an einer der ersten Oberfläche des Sensorträgers gegenüberliegenden Oberfläche unterhalb eines Bereiches angeordnet ist, innerhalb dessen an der ersten Oberfläche die Kontaktelektrodenanordnung (33, 63) angeordnet ist.

11. Anordnung nach Anspruch 9 oder 10, bei der die Heizstruktur (35, 55, 65) als elektrische Widerstandsheizung in Form eines Dünnschichtwiderstandes ausgebildet ist.

12. Anordnung nach Anspruch 9 oder 10, bei der die Heizstruktur (35, 55, 65) als elektrische Widerstandsheizung in Form eines Dickschichtwiderstandes ausgebildet ist.

13. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei der die Kühlstruktur (57, 67) mindestens ein Peltier-Element umfaßt, das auf dem Sensorträger in der Nähe der Sensorschicht (52, 62) angeordnet ist.

14. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei der die Kühlstruktur (37) mindestens ein Kühlblech umfaßt, das in der Nähe der Sensorschicht (32) mit dem Sensorträger (31) verbunden ist.

15. Verfahren zum selektiven Nachweis mindestens eines in einem Gasgemisch enthaltenen Gases unter Verwendung eines Gassensors mit einer Sensorschicht aus halbleitendem  $Ga_2O_3$ , dessen elektrische Leitfähigkeit durch Chemisorption von Gasen mit gasspezifischer Reaktionszeit beeinflussbar ist, einer Kontaktelektrodenanordnung zur Messung eines von der elektrischen Leitfähigkeit der Sensorschicht abhängigen Sensorsignals und einer Heizstruktur zur Heizung des Gassensors auf eine Betriebstemperatur, die auf einem Sensorträger angeordnet sind, bei dem die Betriebstemperatur des Gassensors variiert wird und bei dem der Zeitverlauf des Sensorsignals ausgewertet wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem die Betriebstemperatur des Gassensors sprunghaft erhöht wird und bei dem der Zeitverlauf des Sensorsignals registriert und nach Art einer Fourier-Transformation ausgewertet wird.

17. Verfahren nach Anspruch 15, — bei dem die Betriebstemperatur des Gassensors periodisch geändert wird, so daß das Sensorsignal einen periodischen Verlauf aufweist,

— bei dem die Periodendauer der periodischen Änderung der Betriebstemperatur größer ist als die Reaktionszeit des Gases mit der größten Reaktionsgeschwindigkeit und kleiner ist als die Reaktionszeit des Gases mit der nächst kleineren Reaktionsgeschwindigkeit,

— bei dem der periodische Verlauf des Sensorsignals ausgewertet wird,

— bei dem die Amplitude des periodischen Verlaufs des Sensorsignals zur Messung der Konzentration des Gases mit der größten Reaktionsgeschwindigkeit verwendet wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, — bei dem ein weiterer Gassensor mit einer Sensorschicht aus einem halbleitendem  $Ga_2O_3$ , dessen elektrische Leitfähigkeit durch Chemisorption von Gasen beeinflussbar ist, einer

Kontaktelektrodenanordnung zur Messung eines von der elektrischen Leitfähigkeit der Sensorschicht abhängigen Signals und einer Heizstruktur zur Heizung des Gassensors auf eine Betriebstemperatur, die auf einem Sensorträger angeordnet sind, verwendet wird,

— bei dem der weitere Gassensor im thermodynamischen Gleichgewicht zur Messung der Konzentration des Gasgemisches betrieben wird,

— bei dem durch Differenzbildung die Konzentration des Gasgemisches ohne das Gas mit der größten Reaktionsgeschwindigkeit ermittelt wird.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG1

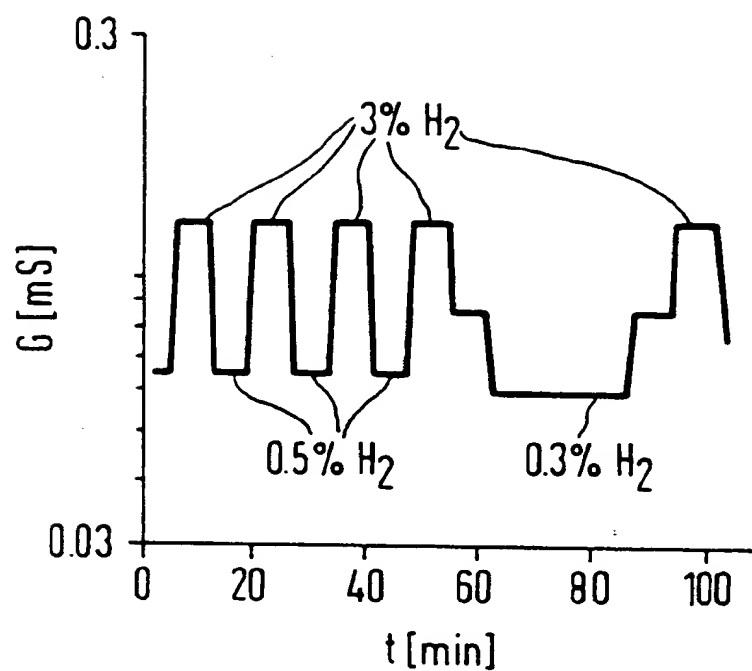


FIG2

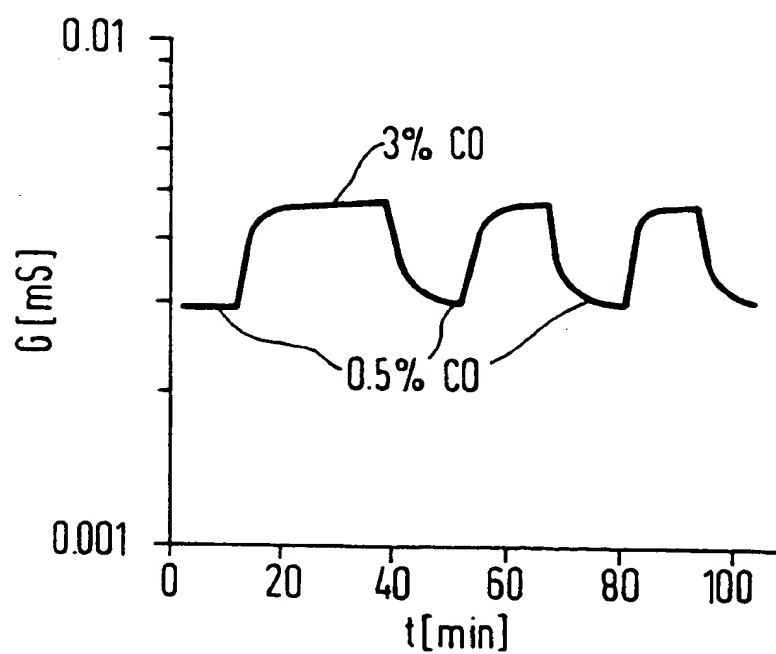




FIG 3

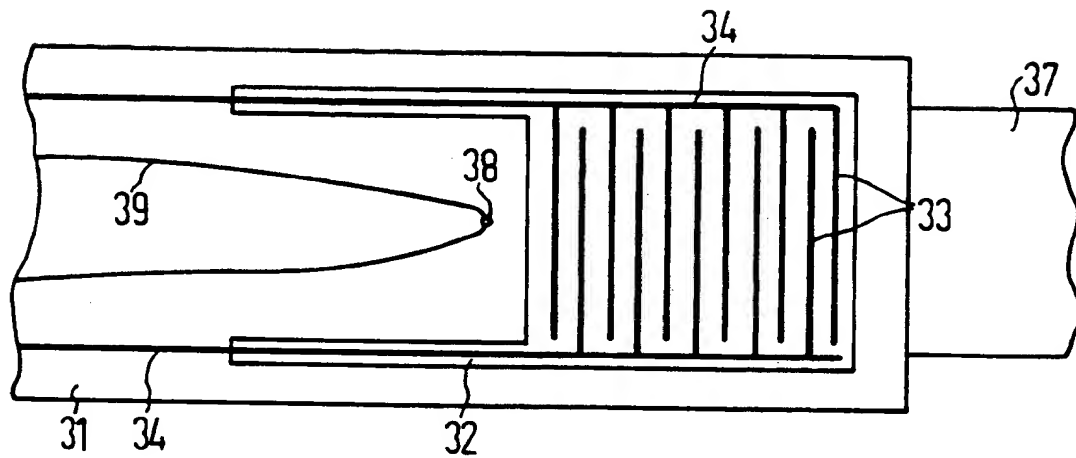


FIG 4

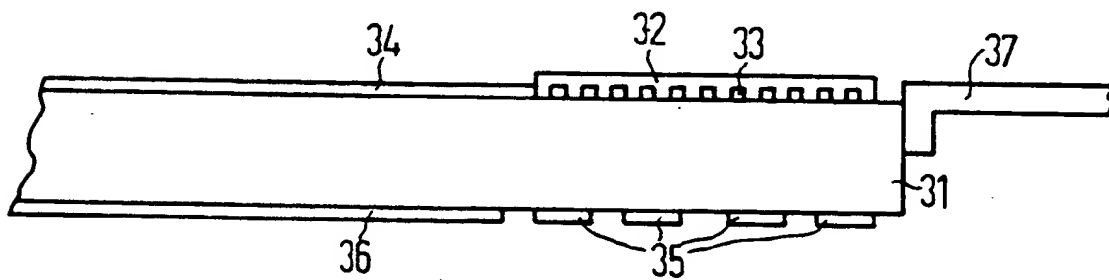


FIG 5

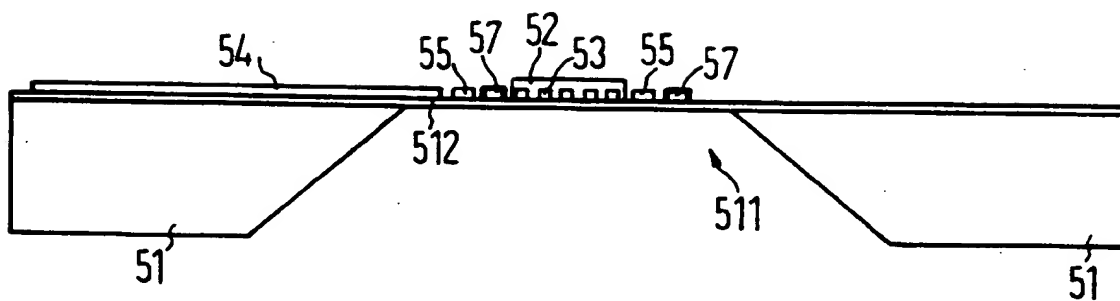


FIG 6

